

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年10月 9日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-296274

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-296274 ]

出 願 人

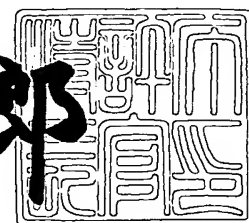
Applicant(s):

株式会社ケーヒン

2003年 6月23日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3049150

【書類名】 特許願

【整理番号】 J96725A1

【提出日】 平成14年10月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01F 7/00

【発明の名称】 励磁制御回路

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県塩谷郡高根沢町宝積寺字サギノヤ東2021番地  
8 株式会社ケーヒン栃木開発センター内

【氏名】 蓬菜 靖治

【特許出願人】

【識別番号】 000141901

【氏名又は名称】 株式会社ケーヒン

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9714698

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 励磁制御回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外部から供給されるパルス信号に応答してソレノイドをなすコイルを駆動する駆動回路と、

前記コイルの還流電流の経路上に介挿され、前記コイルが発生する逆起電力を吸収する逆起電力吸収回路と、

前記逆起電力吸収回路に対し並列接続され、前記還流電流を断続的に迂回させる還流回路と、

を備えた励磁制御回路。

【請求項 2】 前記還流回路が、

前記コイルの正電極と負電極との間に電流経路が接続され、前記還流電流を迂回させるタイミングを規定する信号に基づき導通する第 1 のトランジスタを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載された励磁制御回路。

【請求項 3】 前記逆起電力吸収回路が、

前記コイルの正電極と負電極との間に電流経路が接続された第 2 のトランジスタと、

前記第 2 のトランジスタの電流経路の端子間電圧が所定値を超えた場合に該第 2 のトランジスタを導通させる制御系と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載された励磁制御回路。

【請求項 4】 前記第 1 および第 2 のトランジスタが、電界効果型トランジスタであることを特徴とする請求項 3 に記載された励磁制御回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ソレノイドのコイルを励磁するための励磁制御回路に関し、特に、励磁電流の急激な減衰を抑制しながら励磁する用途に好適な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、例えば機械的な振動を制御するための技術分野等、各種の分野においてソレノイドが活用されている。ソレノイドの吸引動作（励磁時の動作）および開放動作（非励磁時の動作）を制御する場合、吸引動作時にはいわゆるチョッピング等によりコイルを励磁し、開放動作時にはコイルへの通電を遮断している。

## 【 0 0 0 3 】

ところで、コイルへの通電を遮断した際に逆起電圧が発生し、励磁制御回路へダメージを与えてしまうため、この逆起電圧をフライホイールダイオードまたはツェナーダイオードにより適当に吸収し、コイルへ還流させる技術が従来からある。また、特開平 6 - 1 3 2 1 1 6 号公報に記載されているように、逆起電圧を考慮して所望とするコイルの減衰特性を得る為、フライホイールダイオードとツェナーダイオードを組み合わせた励磁制御回路が知られている（特許文献 1 参照）。

## 【 0 0 0 4 】

## 【特許文献 1】

特開平 6 - 1 3 2 1 1 6 号公報

## 【 0 0 0 5 】

フライホイールダイオードとツェナーダイオードを組み合わせた励磁制御回路の構成を簡略的に図 4 に示す。この図 4 に示す従来技術では、ソレノイドの吸引動作時にスイッチ 3 2 をオンさせ、駆動回路 2 0 からチョッピングによりコイル 3 0 を励磁し、チョッピング時に発生する逆起電力はダイオード 3 1 を通じてコイル 3 0 へ還流させている。また、ソレノイドの開放動作時にはスイッチ 3 2 をオフさせ、その際に発生する逆起電力はツェナーダイオード 1 2 およびダイオード 1 1 を通じて吸収し、コイル 3 0 へと還流させている。

## 【 0 0 0 6 】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、ソレノイドを構成するコイルの特性上、励磁電流が遮断されるとコイルに逆起電力が発生し、励磁制御回路にダメージを与えかねない。このため、この種の励磁制御回路にはコイルが発生する逆起電力を吸収するための逆起電力吸収回路が設けられている。図 4 にその一例を示す。同図において、コイル 3 0 は

ソレノイド（図示省略）を構成し、その正電極（P）には駆動回路 20 の出力部が接続され、その負電極（N）は接地される。また、コイル 30 に対して、ダイオード 11 とツェナーダイオード 12 からなる逆起電力吸収回路 10 が並列に接続され、逆起電力吸収回路 10 と駆動回路 20 は励磁制御回路を構成する。

## 【0007】

この例によれば、駆動回路 20 がコイル 30 の励磁を停止すると、コイル 30 を流れる励磁電流の減衰分を補うようにコイル 30 に逆起電力が発生する。この逆起電力がツェナーダイオード 12 の降伏電圧を超えると、逆起電力吸収回路 10 に還流電流  $I_A$  が流れる結果、コイル 30 の逆起電力が一定に制限される。即ち、ツェナーダイオード 12 がコイル 30 の逆起電力の一部を吸収し、これにより駆動回路 20 に対するダメージが緩和される。

## 【0008】

しかしながら、この従来技術によれば、ソレノイドの開放動作時にコイル 30 が発生する逆起電力を、ツェナーダイオード 12 により負担しているため、コイル 30 に還流される電流が必要以上に減衰してしまう。このため、ソレノイドが開放動作する場合、目標とする減衰特性を確保するためには、駆動回路 20 が余計にコイル 30 を通電しなければならない。この結果、消費電力が増加するという問題がある。

また、コイル 30 が発生する逆起電力に応じてツェナーダイオード 12 の負担が大きくなり、このツェナーダイオード 12 の発熱が過大になる。このため、他の電子部品の動作に影響を与える虞もある。

## 【0009】

この発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、消費電流と発熱を有効に抑えながら、ソレノイドを適切に励磁することが可能な励磁制御回路を提供することを目的とする。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、この発明は以下の構成を有する。

即ち、請求項 1 に記載された発明は、外部から供給されるパルス信号に応答し

てソレノイドをなすコイルを駆動する駆動回路（例えば後述する駆動回路 1 2 0 に相当する構成要素）と、前記コイルの還流電流の経路上に介挿され、前記コイルが発生する逆起電力を吸収する逆起電力吸収回路（例えば後述する逆起電力吸収回路 1 1 0 に相当する構成要素）と、前記逆起電力吸収回路に対し並列接続され、前記還流電流を断続的に迂回させる還流回路（例えば後述する還流回路 1 3 0 に相当する構成要素）と、を備えて構成される。

#### 【 0 0 1 1 】

請求項 2 に記載された発明は、請求項 1 に記載された励磁制御回路において、前記還流回路が、前記コイルの正電極と負電極との間に電流経路が接続され、前記還流電流を迂回させるタイミングを規定する信号に基づき導通する第 1 のトランジスタを備えたことを特徴とする。

請求項 3 に記載された発明は、請求項 1 または 2 に記載された励磁制御回路において、前記逆起電力吸収回路が、前記コイルの正電極と負電極との間に電流経路が接続された第 2 のトランジスタと、前記第 2 のトランジスタの電流経路の端子間電圧が所定値を超えた場合に該第 2 のトランジスタを導通させる制御系と、を備えたことを特徴とする。

請求項 4 に記載された発明は、請求項 3 に記載された励磁制御回路において、前記第 1 および第 2 のトランジスタが、電界効果型トランジスタであることを特徴とする。

#### 【 0 0 1 2 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態の形態を説明する。

図 1 に、この実施の形態に係る励磁制御回路（還流制御回路） 1 0 0 の構成を示す。同図において、コイル 3 0 0 は、励磁制御回路 1 0 0 により励磁制御すべきソレノイド（図示省略）の構成要素であり、その負電極が接地されている。また、励磁制御回路 1 0 0 は、逆起電力吸収回路 1 1 0、駆動回路 1 2 0、還流回路 1 3 0、ゲート制御回路 1 4 0 から構成される。

#### 【 0 0 1 3 】

ここで、駆動回路 1 2 0 は、外部から供給されるパルス信号 S P に応答してコ

イル 3 0 0 を駆動するものであり、その出力部がコイル 3 0 0 の正電極 (P) に接続される。この駆動回路 1 2 0 に入力されるパルス信号は、ソレノイドの吸引動作および開放動作を制御する外部装置から供給される。逆起電力吸収回路 1 1 0 は、ソレノイドの還流電流  $I_A$  の経路上に介挿されたダイオード 1 1 1 とツェナーダイオード 1 1 2 から構成される。このうち、ダイオード 1 1 1 のカソードはコイル 3 0 0 の正極に接続され、そのアノードがツェナーダイオード 1 1 2 のアノードに接続される。このツェナーダイオード 1 1 2 のカソードは接地され、コイル 3 0 0 の負極 (N) に接続される。

#### 【 0 0 1 4 】

還流回路 1 3 0 は、ダイオード 1 3 1 と n 型の電界効果型トランジスタ 1 3 2 から構成され、逆起電力吸収回路 1 1 0 に対して並列接続される。具体的には、ダイオード 1 3 1 のカソードが上述のコイル 3 0 0 の正極 (P) に接続され、そのアノードが電界効果型トランジスタ 1 3 2 のドレインに接続され、この電界効果型トランジスタ 1 3 2 のソースは接地される。即ち、電界効果型トランジスタ 1 3 2 の電流経路は、ダイオード 1 3 1 を介してコイル 3 0 0 の正電極 (P) と負電極 (N) との間に接続される。電界効果型トランジスタ 1 3 2 のゲートには、ゲート制御回路 1 4 0 から制御信号  $S_G$  が印加される。この制御信号  $S_G$  は、逆起電力吸収回路 1 1 0 に流れる還流電流  $I_A$  を還流回路 1 3 0 に迂回させるタイミング、即ち還流電流  $I_B$  を還流回路 1 3 0 に流すタイミングを規定する。

#### 【 0 0 1 5 】

次に、図 2 に示す波形図を参照して、この実施の形態の動作を説明する。

図 2 に示すように、この実施の形態では、ソレノイドが吸引動作を行う際にコイル 3 0 0 の励磁電流  $I_c$  を増加させ、その後、ソレノイドが開放動作に移る際に所定の時間内に励磁電流  $I_c$  を徐々に減少させる。

#### 【 0 0 1 6 】

具体的に説明する。ソレノイドを吸引動作させる場合、時刻  $t_1$  においてゲート制御回路 1 4 0 が制御信号  $S_G$  をハイレベルに固定すると共に、駆動回路 1 2 0 がパルス信号  $S_P$  を受けてパルス信号  $S_Q$  を出力する。これによりコイル 3 0 0 にパルス信号  $S_Q$  の電圧がコイル 3 0 0 の正電極 (P) に印加され、コイル 3



00に励磁電流  $I_c$  が流れ始める。このときのパルス信号  $S_Q$  ( $S_P$ ) のパルス幅は、コイル300の励磁電流  $I_c$  の立ち上がり波形が所望の波形となるように適切に制御される。

【0017】

続いて、時刻  $t_2$  でソレノイドが吸引動作から開放動作に移る場合、駆動回路120はパルス信号  $S_Q$  をロウレベルに固定する。パルス信号  $S_Q$  がロウレベルに固定されると、コイル300に対する励磁が停止し、励磁電流  $I_c$  が減衰しようとする。このため、コイル300の負電極 (N) に対して正電極 (P) の電位が低くなるような逆起電圧が発生する。

【0018】

一方、ゲート制御回路140は、時刻  $t_2$  において制御信号  $S_G$  としてパルス信号の出力を開始する。ここで、制御信号  $S_G$  がロウレベルの期間では、還流回路130を構成する電界効果型トランジスタ132がオフ状態に制御される。

【0019】

このため、コイル300の逆起電圧が逆起電力吸収回路110にそのまま印加され、ツェナーダイオード112の降伏電圧を超えると、還流電流  $I_A$  が流れ出す。従って、コイル300の逆起電力は、逆起電力吸収回路110により吸収される。この場合、ツェナーダイオード112の降伏電圧に応じて比較的大きな電力が吸収されるため、励磁電流  $I_c$  が急速に減衰する。

【0020】

これに対し、制御信号  $S_G$  がハイレベルの期間では、電界効果型トランジスタ132がオン状態に制御されるため、ツェナーダイオード112の降伏電圧に対して十分に小さな順方向電圧を有するダイオード131が顕在化する。この結果、コイル300の逆起電圧は還流回路130に印加されるようになり、還流回路130が還流電流  $I_A$  を還流電流  $I_B$  として迂回させる。この場合、ダイオード131の順方向電圧に応じて比較的小さな電力が吸収されるため、励磁電流  $I_c$  が緩やかに減衰する。

【0021】

時刻  $t_2$  以後、電界効果型トランジスタ132の導通状態は、制御信号  $S_G$  に

応答して断続的に変化する。この電界効果型トランジスタ 1 3 2 の動作に応じて還流電流  $I_A$  が還流電流  $I_B$  として断続的に迂回される。そして、還流電流  $I_A$  ,  $I_B$  は、徐々に減衰しながら励磁電流  $I_c$  としてコイル 3 0 0 に供給され、時刻  $t_3$  においてゼロになる。

#### 【 0 0 2 2 】

このように、上述の実施の形態によれば、時刻  $t_2$  以前にコイル 3 0 0 に蓄積された磁気エネルギーが、時刻  $t_2$  以後において逆起電力吸収回路 1 1 0 および還流回路 1 3 0 によりそれぞれ還流電流  $I_A$  および還流電流  $I_B$  として交互に放出される。

このとき、逆起電力吸収回路 1 1 0 のツェナーダイオード 1 1 2 には還流電流  $I_A$  として比較的大きな電力が吸収されるが、逆起電力の一部を還流回路 1 3 0 が負担することで、逆起電力吸収回路 1 1 0 の消費電力が抑制される。従って、コイル 3 0 0 の逆起電力を有効に消費しながら、所望の時間内に励磁電流  $I_c$  を減衰させ、ソレノイドの吸引動作及び開放動作を確保することが可能になる。

#### 【 0 0 2 3 】

また、上述の実施の形態によれば、吸引動作の期間でコイル 3 0 0 に蓄積された磁気エネルギーを開放動作の期間で段階的に還流電流として放出するので、目標とする減衰特性を確保するための余計な通電を不要とすることができ、逆起電力吸収回路 1 1 0 の消費電力を極めて有効に抑えることが可能になる。従って、消費電力による発熱を抑えることができる。

さらに、上述の実施の形態によれば、制御信号  $S_G$  のデューティ比を適宜に設定することで、所望とする励磁電流  $I_c$  の減衰特性を得ることができる。

なお、本発明に係る励磁制御回路は、ソレノイドを構成するコイルに還流する電流を制御する点に着目すれば、「還流制御回路」としても把握できる。

#### 【 0 0 2 4 】

図 3 に、上述の逆起電力吸収回路 1 1 0 の他の構成例を示す。

同図に示すように、ダイオード 1 5 1 のカソードが上述のコイル 3 0 0 の正電極 (P) に接続され、そのアノードには p 型の電界効果型トランジスタ 1 5 2 のドレインが接続され、そのソースは接地されている。即ち、コイル 3 0 0 の正電

極（P）と負電極（N）との間には電界効果型トランジスタ 1 5 2 の電流経路が接続される。また、ダイオード 1 5 1 のアノードにはツェナーダイオード 1 5 3 のアノードが接続され、そのカソードは抵抗素子 1 5 4 を介して接地される。これらツェナーダイオード 1 5 3 および抵抗素子 1 5 4 は電界効果型トランジスタ 1 5 2 の導通を制御するための制御系を構成する。

## 【 0 0 2 5 】

続いて、その動作を説明すると、コイル 3 0 0 が逆起電力を発生する前の初期状態においては、コイル 3 0 0 の負電極（N）に対して正電極（P）の電位が高い状態になっている。この初期状態では、ダイオード 1 5 1 が逆バイアス状態にあるため、電界効果型トランジスタ 1 5 2 のゲートはコイル 3 0 0 の正電極から電氣的に切り離され、抵抗素子 1 5 4 を介して接地レベルに固定される。従って、電界効果型トランジスタ 1 5 2 のソースとゲートが同電位になり、この電界効果型トランジスタ 1 5 2 がオフ状態となっている。

## 【 0 0 2 6 】

上述の初期状態から駆動回路 1 2 0 が励磁を停止し、コイル 3 0 0 に逆起電力が発生すると、その負電極（N）に対して正電極（P）の電位が降下し、ダイオード 1 5 1 が順方向にバイアスされる。このため、ツェナーダイオード 1 5 3 のアノードがダイオード 1 5 1 を介してコイル 3 0 0 の正電極と電氣的に接続され、このツェナーダイオード 1 5 3 が逆バイアス状態となる。

## 【 0 0 2 7 】

そして、コイル 3 0 0 の逆起電力が所定値を超え、電界効果型トランジスタ 1 5 2 の電流経路の端子間電圧（ソース・ドレイン間電圧）がツェナーダイオード 1 5 3 の降伏電圧を超えると、電界効果型トランジスタ 1 5 2 のゲートがツェナーダイオード 1 5 3 およびダイオード 1 5 1 を介してコイル 3 0 0 の正電極（P）と電氣的に接続され、そのゲート電圧が降下する。この結果、電界効果型トランジスタ 1 5 2 がオン状態になり、ダイオード 1 5 1 および電界効果型トランジスタ 1 5 2 を介して還流電流  $I_A$  が流れる。結局、図 3 に示す構成によっても、上述の図 1 に示す構成と同様に、コイル 3 0 0 の逆起電力を吸収することが可能になる。

## 【 0 0 2 8 】

図 3 に示す変形例によれば、素子サイズの大きなツェナーダイオードに代えて電界効果型トランジスタ 1 5 2 により逆起電力を負担するので、装置を小型化することが可能になる。また、逆起電力を電界効果型トランジスタ 1 5 2 に負担させることにより、装置の筐体（ヒートシンク）に放熱させることが可能になる。さらに、図 1 に示す還流回路 1 3 0 を構成する電界効果型トランジスタ 1 3 2 と、逆起電力吸収回路 1 1 0 を構成する図 3 に示す電界効果型トランジスタ 1 5 2 との 2 素子に、コイル 3 0 0 が発生する逆起電力を分散させることにより、1 素子あたりの発熱量を低減させ、逆起電力を分担する素子の熱破壊を防止することが可能になる。

## 【 0 0 2 9 】

## 【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、ソレノイドを構成するコイルの逆起電力の発生に伴う還流電流を断続的に迂回させるようにしたので、消費電流と発熱を有効に抑えながら、ソレノイドを適切に励磁制御することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施形態に係る励磁制御回路の構成例を示す回路図である。

【図 2】 この発明の実施形態に係る励磁制御回路の動作を説明するための波形図である。

【図 3】 この発明の実施形態に係る逆起電力吸収回路の他の構成例を示す図である。

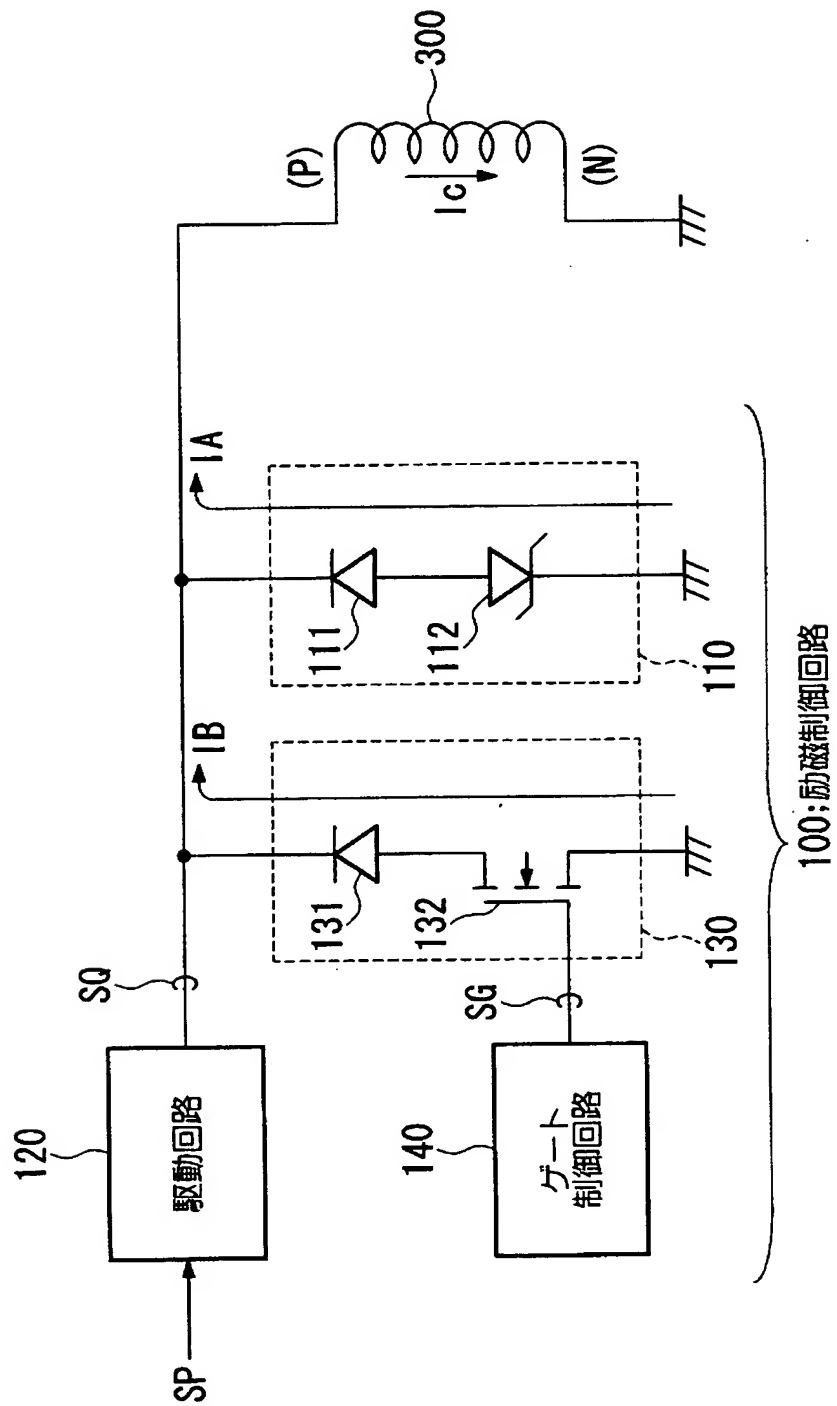
【図 4】 従来技術に係る励磁制御回路の構成を示す図である。

## 【符号の説明】

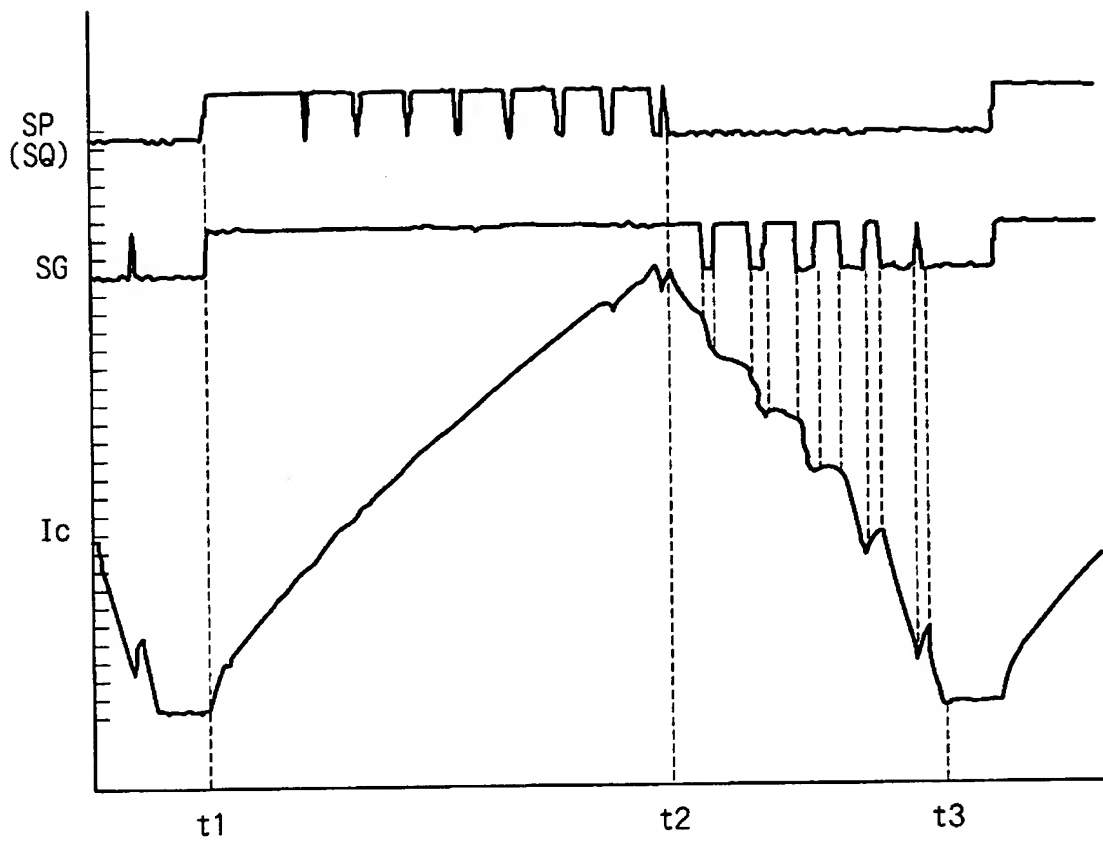
1 0 0 ; 励磁制御回路、1 1 0 ; 逆起電力吸収回路、1 1 1 ; ダイオード、1 1 2 ; ツェナーダイオード、1 2 0 ; 駆動回路、1 3 0 ; 還流回路、1 3 1 ; ダイオード、1 3 2 ; 電界効果型トランジスタ（n 型）、1 4 0 ; ゲート制御回路、1 5 1 ; ダイオード、1 5 2 ; 電界効果型トランジスタ（p 型）、1 5 3 ; ツェナーダイオード、1 5 4 ; 抵抗素子、3 0 0 ; コイル。

【書類名】 図面

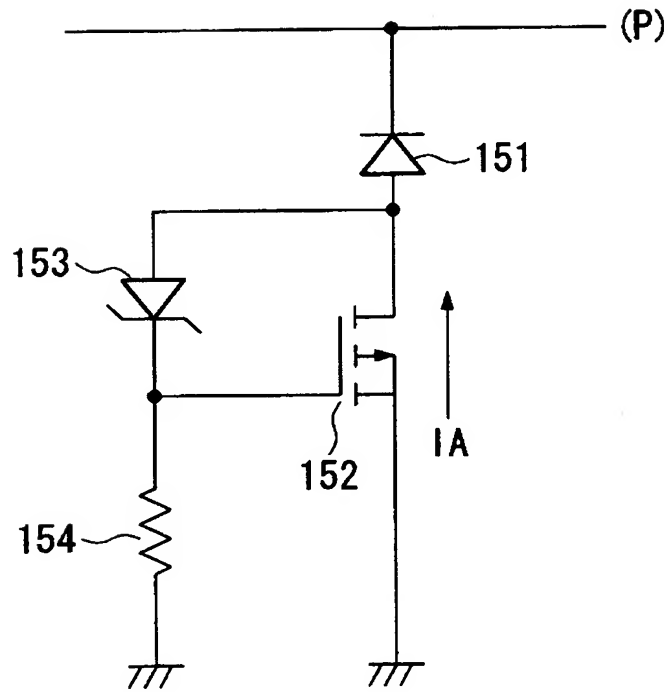
【図 1】



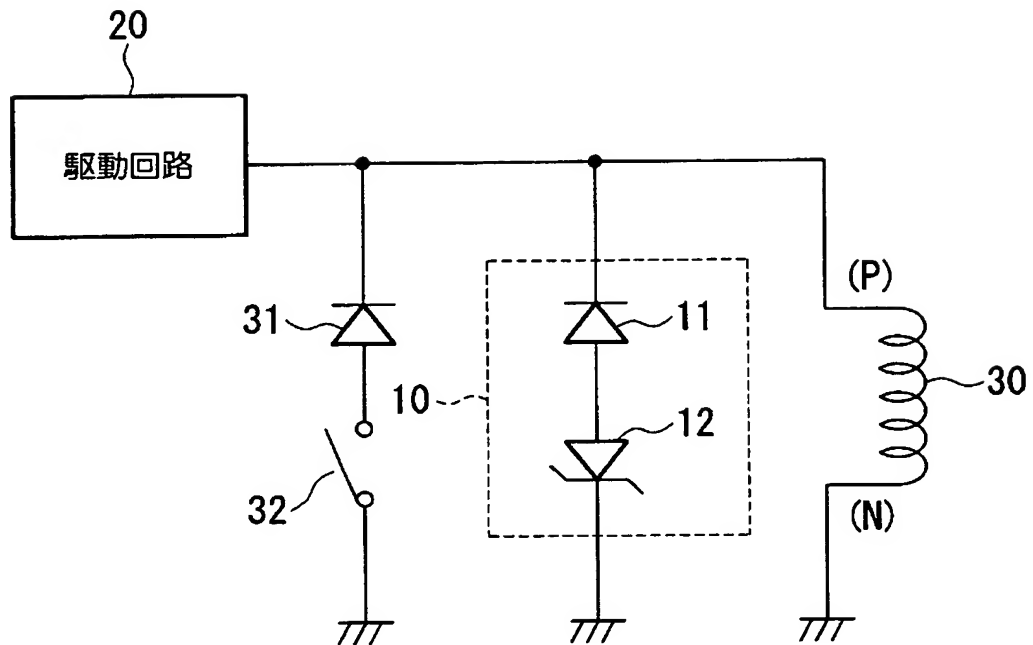
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 消費電流と発熱を有効に抑えながら、ソレノイドを適切に励磁制御することが可能な励磁制御回路を提供すること。

【解決手段】 駆動回路 1 2 0 により、外部から供給されるパルス信号に応答してソレノイドをなすコイル 3 0 0 を駆動する。また、ソレノイドの開放動作の際、逆起電力吸収回路 1 1 0 が、コイル 3 0 0 の逆起電力を吸収すると共に、還流回路 1 3 0 が、逆起電力吸収回路 1 1 0 を流れる還流電流  $I_A$  を還流電流  $I_B$  として断続的に迂回させる。これにより、コイル 3 0 0 を流れる励磁電流  $I_c$  を減衰波させる過程で、減衰が緩慢な領域と急激な領域とを適宜形成し、発熱を抑えながらソレノイドの励磁制御を実現する。

【選択図】 図 1



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 9 6 2 7 4
受付番号	5 0 2 0 1 5 2 2 2 3 0
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 1 0 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000141901
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿一丁目 2 6 番 2 号
【氏名又は名称】	株式会社ケーヒン

【代理人】

申請人

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】	100094400
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】	100107836
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所

次頁有

認定・付加情報（続き）

【氏名又は名称】	西 和哉
【選任した代理人】	
【識別番号】	100108453
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	村山 靖彦

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000141901]

1. 変更年月日 2002年 9月17日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都新宿区西新宿一丁目26番2号  
氏 名 株式会社ケーヒン